

Ο χώρος

Τα χελιδόνια έρχονται και ξανάρχονται. Κάθε χρόνο βρίσκουν μια γωνιά για να χτίσουν τη φωλιά, που θα γίνει το επίκεντρο του χώρου τους. Ο χώρος είναι ένας οργανικός χώρος, όπως εκείνος που αφορά τα μυρμήγκια, τα βατράχια και τις μέλισσες. Πιο εξελιγμένος, σχετικά, είναι ο χώρος δράσης του πρωτόγονου, που αρχίζει να υπολογίζει αποστάσεις και να ρίχνει σε ορισμένο στόχο το κοντάρι του.

Στην ιστορία του πολιτισμού υπήρξε μια «στιγμή», που η ανθρώπινη νόηση πέρασε από τον αντιληπτικό χώρο της δράσης και των αισθήσεων στην ιδέα ενός χώρου «γεωμετρικού». Ο καινούργιος χώρος αρνιόταν την ποικιλία και την ετερογένεια που συλλαμβάνουν οι αισθήσεις μας.

Για όλους εμάς ο χώρος της δράσης και των αισθήσεων παραμένει πάντα το θεμέλιο. Πάνω σ' αυτόν θα στηριχτούμε για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε την ιδέα ενός χώρου γεωμετρικού.

(απόσπασμα από το βιβλίο φυσική Α' Ενιαίου Πολυκλαδικού Λυκείου από τους συγγραφείς, Νίκο Δαπόντες, Αντρέα Κασέτα, Σταμάτη Μουρίκη, Μανώλη Σκιαθίτη)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Ένα από τα πιο σημαντικά και θεμελιώδη πράγματα στη φυσική λοιπόν, είναι μπορούμε να προσδιορίσουμε τη θέση ενός κινητού στο χώρο και ταυτόχρονα να μεταφέρουμε αυτή την πληροφορία στους άλλους. Για το σκοπό αυτό ορίζουμε ένα σύστημα συντεταγμένων ή αλλιώς ένα σύστημα αναφοράς. Όπως ήδη γνωρίζεις λοιπόν σαν μαθητής της Α' Λυκείου πλέον, για να προσδιορίσουμε την θέση ενός κινητού που κινείται ευθύγραμμα χρησιμοποιούμε ένας άξονα x , για τη θέση ενός κινητού στο επίπεδο ένα σύστημα αξόνων xy , ενώ για τη θέση ενός κινητού στο χώρο ένα τρισσορθογώνιο σύστημα αξόνων xyz .

1.Μονοδιάστατη κίνηση

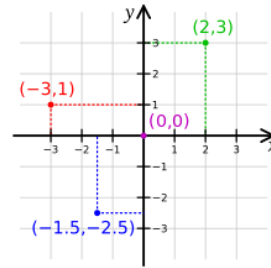


Κάποια χρονική στιγμή το κινητό βρίσκεται στη θέση A με $x_A=1$ και κάποια άλλη στιγμή περνά από τη θέση B με $x_B= - 2$. Ένας αριθμός λοιπόν αρκεί για να προσδιορίσουμε τη θέση ενός κινητού πάνω στον άξονα.

2.Κίνηση στο επίπεδο

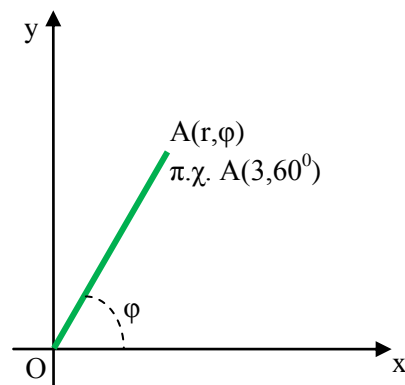
Καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων

Για να προσδιορίσουμε τη θέση σε ένα επίπεδο χρειαζόμαστε δυο αριθμούς. Ένα αριθμό για να προσδιορίσουμε τη θέση στον άξονα x (τετμημένη) και ένα για τη θέση στον άξονα y (τεταγμένη).



Πολικό σύστημα συντεταγμένων

Για να προσδιορίσουμε τη θέση ενός κινητού στο επίπεδο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε επίσης και το πολικό σύστημα συντεταγμένων, στο οποίο η θέση ενός σημείου A στο επίπεδο καθορίζεται από την απόσταση του σημείου αυτού από ένα αυθαίρετα επιλεγμένο σημείο αναφοράς (π.χ. την αρχή O του συστήματος xOy), και τη γωνία από μία αυθαίρετα επιλεγμένη κατεύθυνση (π.χ. τον άξονα x).



Η απόσταση $OA=r$ ονομάζεται **ακτινική**

συντεταγμένη ενώ η γωνία $\varphi = \angle xOA$ ονομάζεται **γωνιακή συντεταγμένη** ή **αζιμούθιο**.

Οι τύποι μετασχηματισμού του πολικού συστήματος συντεταγμένων σε καρτεσιανό σύστημα είναι

$$x = r \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi$$

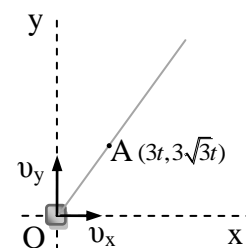
$$y = r \cdot \eta\mu\varphi$$

και προκύπτουν με τον ίδιο τρόπο που γίνεται και η ανάλυση της δύναμης σε δύο κάθετες συνιστώσες.

Αν είσαι μαθητής **A' λυκείου** λοιπόν...

Παράδειγμα 1

Κινητό εκτελεί ταυτόχρονα δύο ευθύγραμμες και ομαλές κινήσεις, μία στον άξονα xx' με σταθερή ταχύτητα $v_x = 3\text{ m/s}$ και μία στον άξονα yy' με σταθερή ταχύτητα $v_y = 3\sqrt{3}\text{ m/s}$, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αν θέλαμε λοιπόν να περιγράψουμε την κίνηση σε καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων θα γράφαμε απλά τις εξισώσεις κίνησης σε κάθε άξονα ξεχωριστά, σύμφωνα με την αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων.

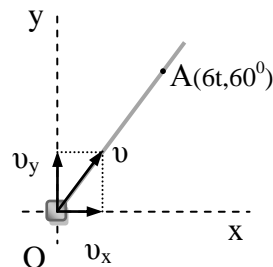


Καρτεσιανό σύστημα

$$xx' / x = 3 \cdot t \quad yy' / y = 3\sqrt{3} \cdot t$$

Πολικό σύστημα συντεταγμένων

Παρατηρούμε ότι η συνολική ταχύτητα $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 6 \text{ m/s}$ παραμένει σταθερή σαν μέτρο και σχηματίζει με τον άξονα xx' γωνία $\varphi = 60^\circ$. Το κινητό λοιπόν εκτελεί μια ευθύγραμμη ομαλή κίνηση που σε πολικό σύστημα συντεταγμένων περιγράφεται από τις εξισώσεις :



$$r = 6 \cdot t \quad \text{και} \quad \varphi = 60^\circ = \text{σταθερή}$$

Αν πάλι είσαι μαθητής **B'** λυκείου ...

Παράδειγμα 2

Κινητό εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 5 \text{ rad/s}$ σε κύκλο ακτίνας $r = 2 \text{ m}$. Αν την $t_0 = 0$ το κινητό βρίσκεται στη θέση $(2, 0)$ τότε οι εξισώσεις κίνησης ανάλογα με το σύστημα παίρνουν την παρακάτω μορφή:

Πολικό σύστημα συντεταγμένων

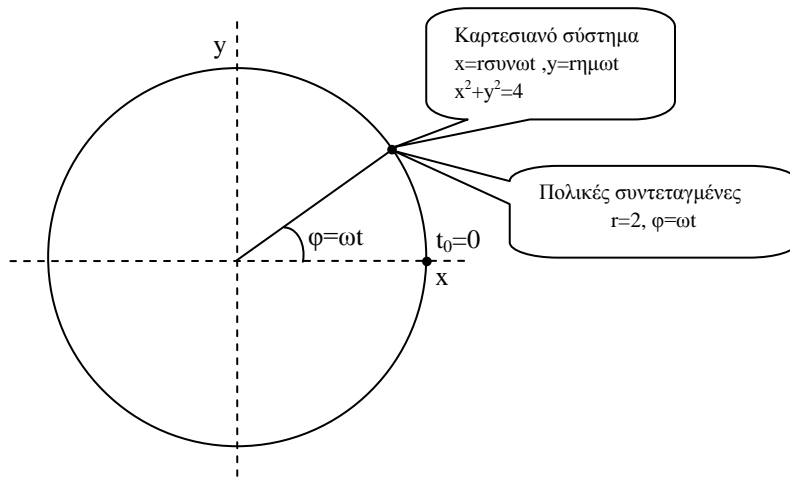
$r = 2$ και $\varphi = \omega \cdot t$ (η εξίσωση ομαλής κυκλικής κίνησης που μαθαίνεις δηλαδή είναι γραμμένη σε πολικό σύστημα συντεταγμένων!!!)

Καρτεσιανό σύστημα

$$x = r \cdot \sigma\upsilon\nu\omega t$$

$$y = r \cdot \eta\mu\omega t$$

Ενδιαφέρον παρουσιάζει στο καρτεσιανό σύστημα ή εξίσωση τροχιάς ($y=f(x)$). Με απαλοιφή του χρόνου t από τις δύο παραπάνω σχέσεις θα έχουμε:



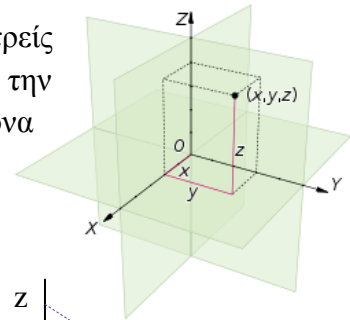
$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma\upsilon\nu\omega t = \frac{x}{r} \\ \eta\mu\omega t = \frac{y}{r} \end{array} \right\} \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sigma\upsilon\nu^2\omega t = \frac{x^2}{4} \\ \eta\mu^2\omega t = \frac{y^2}{4} \end{array} \right\} \xrightarrow{+} x^2 + y^2 = 4$$

Να λοιπόν και η εξίσωση κύκλου με κέντρο το $(0,0)$ και ακτίνα $r=2$.

3. Κίνηση στο χώρο

Τρισσορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων

Για να προσδιορίσουμε τη θέση στο χώρο χρειαζόμαστε τρεις αριθμούς. Η θέση στον άξονα x προσδιορίζεται από την τετμημένη x , στον άξονα y από την τεταγμένη y και στον άξονα z από την κατηγμένη z .



Σφαιρικές συντεταγμένες

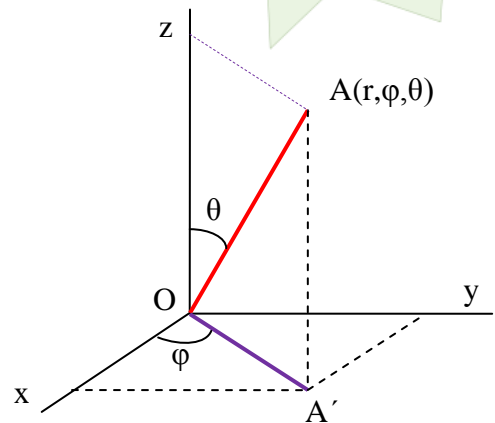
Κατά αναλογία με το πολικό σύστημα συντεταγμένων μπορούμε να προσδιορίσουμε τη θέση ενός κινητού στο χώρο δίνοντας την απόστασή του (π.χ. OA) από συγκεκριμένο σημείο και δυο γωνίες. Μια αυτή που σχηματίζει η προβολή του OA στο επίπεδο xy με τον άξονα x , και μία αυτή που σχηματίζει η OA με τον άξονα z όπως φαίνεται στο σχήμα.

Με λογική παρόμοια με αυτή που ακολουθήσαμε στο πολικό σύστημα συντεταγμένων μπορούμε και εδώ να δείξουμε ότι οι τύποι μετασχηματισμού των σφαιρικών συντεταγμένων είναι:

$$x = r \cdot \eta\mu\theta \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi$$

$$y = r \cdot \eta\mu\theta \cdot \eta\mu\varphi$$

$$z = r \cdot \sigma\upsilon\nu\theta$$



4. Γεωγραφικές συντεταγμένες

Μην ξεχνάς βέβαια ότι για να προσδιορίσουμε τη θέση μας πάνω στην Γη, χρησιμοποιούμε το σύστημα των γεωγραφικών συντεταγμένων που αποτελείται από το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος.

Γεωγραφικό πλάτος είναι η γωνία που σχηματίζει η κατακόρυφος του τόπου με το επίπεδο του ισημερινού.

Το γεωγραφικό πλάτος χαρακτηρίζεται Βόρειο B (North N) ή Νότιο N (South S) ανάλογα σε ποιο ημισφαίριο βρίσκεται το σημείο.

Το γεωγραφικό πλάτος μετράται σε μοίρες και υποδιαιρέσεις αυτών, πρώτα και δεύτερα από $0^\circ - 90^\circ \text{ B}$ ή $0^\circ - 90^\circ \text{ N}$. Αρχή μέτρησης του γεωγραφικού πλάτους είναι ο ισημερινός του οποίου το γεωγραφικό πλάτος είναι 0° .

Γεωγραφικό μήκος είναι η στερεή γωνία που σχηματίζεται από το επίπεδο του μεσημβρινού που διέρχεται από το εν λόγω σημείο με το επίπεδο του πρώτου μεσημβρινού.

Το γεωγραφικό μήκος χαρακτηρίζεται Ανατολικό Α (East E) ή Δυτικό Δ (West W) ανάλογα σε ποιο ημισφαίριο βρίσκεται το σημείο. .

Το γεωγραφικό μήκος μετράται σε μοίρες και υποδιαιρέσεις αυτών, πρώτα και δεύτερα από 0° - 180° Α ή 0° - 180° Δ. Αρχή μέτρησης του γεωγραφικού μήκους είναι ο μεσημβρινός που περνά από το Greenwich (Γκρήνουιτς), γνωστός και ως πρώτος μεσημβρινός με γεωγραφικό μήκος 0° .

Θεσσαλονίκη – **$40^{\circ}38'25\text{B}$, $22^{\circ}56'38\text{E}$**

Γιώργος Κυριακίδης